

⑫ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月26日

G 06 F 15/62
A 61 B 6/02
6/033 5 3
3 6 06615-5B
C-7232-4C
G-7232-4C
Q-7232-4C
2122-2G

// G 01 N 23/04

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 三次元画像の半透明表示方法

⑮ 特 願 昭61-60806

⑯ 出 願 昭61(1986)3月20日

⑰ 発 明 者 後 藤 良 洋 柏市新十余二番1号 株式会社日立メデイコ研究開発センタ内

⑱ 発 明 者 佐 藤 一 弘 柏市新十余二番1号 株式会社日立メデイコ研究開発センタ内

⑲ 発 明 者 高 木 博 柏市新十余二番1号 株式会社日立メデイコ柏工場内

⑳ 発 明 者 奥 戸 好 一 柏市新十余二番1号 株式会社日立メデイコ柏工場内

㉑ 出 願 人 株式会社 日立メデイコ 東京都千代田区内神田1丁目1番14号

㉒ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

三次元画像の半透明表示方法

2. 特許請求の範囲

1. メモリ内に濃度形式の三次元外側画像と三次元内側画像とを格納しておき、該2つの画像を読出して表示装置に両者を重ね合せて半透明表示させる三次元画像の半透明表示方法において、

外側の三次元画像を切断線で切断し、視点手前側の画像のみを切出し、該切出した外側切出し画像と内側画像とを互いの濃度の大きさに応じて合成して合成濃度の画像を得、該合成濃度画像を表示装置に表示させるようにした三次元画像の半透明表示方法。

2. 上記三次元外側画像とはボクセル法で得た画像とし、三次元内側画像とはサーフェス法で得た画像とする特許請求の範囲第1項記載の表示方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、三次元画像の表示方法、特に陰影づけの異なる画像を重ねて表示する表示方法に関する。

〔従来の技術〕

コンピュータによる医用画像の表示は、二次元表示から三次元表示へと発展している。

例えば、CTスライス三次元表示の例を第9図で説明する。被検体に対してCT装置で複数のCT像#1, #2, #3, …を得る。例えば、人間の頭部では最大100枚程度となる。かくして得た複数のCTスライス像を積み上げると、三次元画像を得る。

この三次元画像表示の従来例には、「アイソトープニュース(Isotope News)」(1985年、12月号、日本アイソトープ協会発行)の「コンピュータによる医用画像の三次元表示」(8ページ～9ページ)がある。

この文獻に述べられているように、

三次元画像の表示法には、擬似三次元表示法がある。擬似三次元表示法は、主としてコンピュー

タ・グラフィック技術により、見掛け上の三次元画像を作り出し、これを通常の三次元ディスプレイ上に投影表示する方法である。

擬似三次元表示法は、断面変換表示法と表面表示法等より成る。断面変換表示法は、三次元データ構造として収集された人体像、即ち三次画像を画像メモリ上におき、これを任意の方向から切断し、その切断面を二次元画像として再現成表示する方法であり、座標に対応した濃淡値の高速補間演算が基本である。

この断面変換表示法で得た切断面に対する表面表示法としても、又はこの切断面とは無関係に画像そのものの表面を適正に表示させる方法として、表面表示法がある。

この表面表示法は、複雑に入り組んだ臓器、骨などの表面形状を立体的に画像構成する方法である。表面表示法の代表的なものに、サーフェース法とボクセル法とがある。

ここで、サーフェース法とは、画像各点の傾斜角に対応して濃度を与え、この濃度を画面に表示

し、陰影を表現させることとした。

ボクセル法とは、視点又は光源からの画像上の各点への奥行き距離に応じて濃度を与え、この濃度を画面に表示し、陰影を表現させることとした。
〔発明が解決しようとする問題点〕

ボクセル法では、奥行き距離の把握に優れている反面、サーフェース法に比べ、細かい部分の形状把握が正確でない欠点を持つ。一方、サーフェース法では、細かい部分の形状把握が正確に行いうる反面、奥行き距離の把握が正確でない欠点を持つ。

画像の三次元表示における陰影化は、ボクセル法かサーフェース法かのいずれか1つを使うことによって実現できるが、それぞれの特徴を引き出すためには、画像の位置や形状、又は着目点に応じた使い分けが好ましい。

そこで、1つの画面表示に際して、あるものはボクセル法、他のあるものはサーフェース法といった考え方が必要となる。

例えば、人体を三次元表示する場合、表面層で

ある皮膚層をボクセル法で表示させ、骨部をサーフェース法で表示させるやり方がある。この場合、人体を表示させるには、皮膚層と骨部とを併せて表示させることになるが、骨部の大部分は皮膚層に重なって表示しなければならない。

この重なり部分の表示に際して、手前側の画像のみを表示し、後方の画像はそれに隠れているとみて表示させないようにすることもできる。しかし、後方の画像を注目して観察したい、且つその後方の画像と手前側の画像との位置関係も観察したい、との画像観察要求がある。この要求に沿うには、手前側の画像を透明状態で表示させるが、手前側の画像を半透明状態で表示させるかの2つの考え方がある。前者の透明状態で表示させた場合、手前の画像と後方の画像との画像としての区別がつきにくく、且つ視覚上からの距離感もつかみにくい。

従って、後者の半透明状態での表示法が採用される。この半透明状態での表示法では、手前側の画像を半透明で表示させ、この半透明の後方に、

後方の画像を重ねて表示させるとのやり方をとることになる。これによって、手前の画像と後方の画像とがそれぞれ区別されて表示でき、両者の位置関係及び両者の画像の相互の状態とが併せて観察可能となる。

半透明表示のための半透明処理を第2図をもとに説明する。この図は、表示例を示しているが、実際の処理は、メモリに格納してある三次元画像に対しての半透明処理である。従って、第2図は説明の便宜のための図である。

さて、第2図で皮膚層200は、ボクセル法によるデータとし、骨部210はサーフェース法によるデータとする。

尚、骨部210は、複層したCTスライス画像から直接に求めることもできるが、この直接算出法は複雑であるため、間接算出法をとる。即ち、骨部210は最初、ボクセル法によって骨部画像を得る。次に、このボクセル法で得た骨部画像に対してサーフェース法による加工を行いサーフェース法による骨部画像を得る。更に、皮膚層200、骨

部210のそれぞれのボクセル法によって得た画像は、ペインティングアルゴリズム法によって遠近処理化されている。さらに透視変換もされている。

皮膚層200は骨部210の周囲に存在する。従って、皮膚層200の手前側の画像は、骨部210よりも手前に表示すべきである。皮膚層200を半透明表示とすれば、皮膚層200の存在が明確となり、且つその奥に存在する骨部210の存在も併せて明確となる。しかし、図では、半透明表示は示していない。尚、皮膚層200の半透明化は手前だけでなく、奥行き側も含めて処理させる。

さて、半透明処理は判定処理と半透明データ化処理との2つより成る。第2図で、1つの直線 l 。上の4点 A_1 、 B_1 、 A_2 、 B_2 を考える。 A_1 、 A_2 は皮膚層200の各点とし、 B_1 、 B_2 は骨部210上の各点とする。この4点の中で、 A_1 は B_1 よりも手前（視点）側であり、逆に B_2 は A_2 よりも手前（視点）側になるはずである。この手前になるか否かの判定を行う処理が、判定処理である。半透明データ化処理では、その判定結果から半透明

表示する。このため、画像の各点が奥行き方向の情報、即ち濃度情報で表現される。

一方、第4図はサーフェース法による濃度表現形式の説明図である。光源400から画像の輪郭の各点をみる。各点では、当該点を含む画像表面に沿う微小な三角形平面 a 、 b 、 c を考え、この三角形平面（面素とも呼ぶ）からの外側への法線 $410A$ 、 $410B$ 、 $410C$ を求める。この各法線と、光源からの各点とを結ぶ直線とのなす角度を θ とする。 $\cos \theta$ に比例するように各点の濃度を設定する。 θ が大きければ小さい濃度、 θ が小さければ大きい濃度になる。この濃度によれば、奥行き方向の情報は直接には得られない。

この第3図、第4図より明らかなように、ボクセル法とサーフェース法とは互いの濃度の次元が異なり、大小の比較はできない。

そのためには、ボクセル法による濃度をサーフェース法で得た形式にデータ変換し、その後で両者の大小を比較するか、サーフェース法による濃度をボクセル法で得た形式にデータ変換し、そ

な表示データ形式を得る。

上記判定処理の判定のためには、皮膚層データと骨部データとのどちらが、奥行き側にあるか、或いは手前側にあるかの表示がなされていることが必要となる。両データ共に、「濃度量」（以下、単に濃度と云う）でデータの大きさを示す。この濃度は、視点や光源からの距離で決める方法と、各点の傾斜の大きさで決める方法とがある。前者がボクセル法による濃度表現形式であり、後者がサーフェース法による濃度表現形式である。即ち、表現形式が互いに異なる。

従って、データ、即ち濃度の大きさのみで、両者の位置関係を判定することは困難である。これを図を用いて説明する。第3図はボクセル法による濃度表現形式の説明図である。視点面300から画像200の各点までの距離の近い方（A点）は明るくし、遠い距離の方（B点）を暗くするやり方がボクセル法である。従って、明るさを濃度で表現しておき、濃度の大きいデータであれば、近く表示してよく、濃度の小さいデータであれば遠く

の後で両者の大小を比較するか、の方法を必要とする。

この変換は容易でない。また、簡単な変換法がみつかったとしても、変換処理ステップはなければならぬ。

本発明の目的は、半透明表示のための半透明処理を簡便に実現してなる三次元画像の表示方法を提供するものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、皮膚層の如き外側の画像を、視点と画像中心を結ぶ直線に直角或いは直角に近い線に分け、視点に近い部分のデータのみを用いて内側の骨部の如き画像と半透明的に合成させたことになる。

〔作用〕

本発明では、上記直角又は直角に近い直線より手前側の外側の画像のデータを自動的に選択でき、該選択したデータと内側の画像とを半透明的に合成させることとなり、判定処理は不用、且つ処理内容も単純化できた。

〔実施例〕

第1図は本発明の処理装置の実施例図を示す。プロセッサ(CPU)1は、半透明処理以外のすべての処理を行う。ここで半透明処理以外のすべての処理とは、半透明処理の前提となるボクセル法及びサーフェース法による三次元画像データを得ること、及びその結果を磁気ディスク5に格納しておくこと、半透明処理終了後に半透明処理したデータをディスプレイ3に表示させること、及び高速演算回路4の起動を行うこと、及びこの起動に先立ってボクセル法及びサーフェース法で得た三次元画像データを主メモリ2に読出ししておくこと、の処理を云う。

高速演算回路4は、半透明化処理を専用に行う専用ハードウェアである。CPU1の起動指令により起動し、主メモリ2内のボクセル法で得たデータ、サーフェース法で得たデータを取込み半透明化処理を行う。この処理結果は、リフレッシュメモリ7に格納する。また、磁気ディスクメモリ5にも格納し、保存する。

ける。この起動を受けて演算回路4は下記の処理を行う。

まず、2Aをつくるには皮膚断層画像を取込み、切出し直線 ℓ の決定を行う。次に、この切出し直線 ℓ で皮膚層画像の切断を行い、手前側画像を切出す。このようにして切り出した断層像を用いて切り出し三次元画像2Aをつくる。

次に、切出し画像2Aと骨部画像2Bとの半透明合成を行う。合成した画像を表示させれば、三次元半透明表示画像2Cを得る。

以上の処理をさらに詳述する。

第6図は、切断処理の様子を示す。視点500を先ず特定する。次に、画像2Bの中心位置Pを算出する。この中心位置Pは重心位置であり、輪郭点がすでに求まっていることから、輪郭点より重心位置を算出する。中心位置Pと視点500とを結ぶ直線に直角で、且つ中心位置Pを通る直線 ℓ を算出する。直線 ℓ が切断線となる。次に、切断線 ℓ で画像2Bを切断する。この切断は、例えば、切断線 ℓ を $y = ax + b$ とすると、画像2Aの中

磁気ディスクメモリ5は、ボクセル法及びサーフェース法で得たデータを格納すると共に、半透明化処理後のデータの格納も行う。

リフレッシュメモリ7は、表示データを格納するメモリである。ディスプレイ3は、リフレッシュメモリ7のデータをラスタスキャンして表示する。

共通バス6は、各構成要素の接続を行う。

尚、マイクロプログラム方式で動かせる場合には、上記構成要素以外に、マイクロプログラムを格納するROM設けておけばよい。更に、高速演算回路4の中に、リフレッシュメモリ7を含めておき、且つ表示制御手段(データをビデオ信号化すること、ラスタスキャンすること)を含めておけば、高速演算回路4では、半透明化処理及び表示処理を行うことになる。

高速演算回路4の処理内容を第5図に示す。メモリ2内には、ボクセル法で得た皮膚層画像2A、サーフェース法で得た骨部2Bとを書き込んでおく。この状態でCPU1は高速演算回路4の起動をか

の輪郭点 (x, y) が $y = ax + b$ より手前にあるかどうかで決定する。即ち、比較すればよい。かくして切断線 ℓ より奥側の画像20aは切り捨て、手前側の画像2aのみを残す。

第7図は、半透明化データを得る合成処理の様子を示す。この図は、合成処理を理解しやすくするために特に開示した図であり、実際には、画像2Bと画像2Aとの間でデータ処理的に合成する。

さて、第7図で、画像2Aは切出し処理で得た画像であり、画像2Bはサーフェース法で得た骨部画像である。この2つの画像との間で、視点への反射光をもとにした合成処理を行う。視点への反射光とは、画像2Bではサーフェース法で得た濃度であり、画像2Aでは、ボクセル法で得た濃度である。合成処理は視点からみたすべての点で行う。例えば、座標 (x_ℓ, y_ℓ) での合成濃度を $L_{\ell\ell}$ とすると、合成濃度 $L_{\ell\ell}$ は、

$$L_{\ell\ell} = B_{\ell\ell} + \mu R_{\ell\ell} \quad \dots (2)$$

で算出する。ここで、 $B_{\ell\ell}$ とは、皮膚層画像2a

の (x_2, y_2) での濃度、 R_{22} とは、骨部画像2Bの $y=y_2$ 位置での濃度である。 μ とは、透過係数である。即ち、 R_{22} すべてを L_{22} の計算に使うのではなく、係数 μ を乗算した μR_{22} を濃度算出に使用する。係数 μ の大きさは半透明表示の度合いを決める。一般に、 $0 < \mu < 1$ とする。

(2)式の算出をすべての表示点にわたって行う。かくして得た合成濃度 L_{22} は、表示すべき合成の明るさとなる。この濃度 L_{22} は半透明表示データとなる。この合成濃度画像2Cは、磁気ディスクメモリ5に格納させ、且つリフレッシュメモリ7に格納させて表示させる。

尚、切断線 ℓ は、中心位置を通過する直線としたが、画像によってはこれに限らない。第8図に示す如く、 ℓ から距離 d だけ離れた位置の直線 ℓ_1 を選び、これを切断線としてもよい。切断線の選び方は、注目する画像の内容によって行う。

更に、高速専用回路4の代りにプロセッサによってソフトウェア的に半透明処理を行わせてもよい。

尚、三次元図形は、CTスライス画像としたが、透視像であっても、CT像と透視像との組合せ画像であってもよい。更に、画像としては、医用画像以外の例もありうる。

更に、本実施例では、内部画像をサーフェース法、外部画像をボクセル法による画像としたが、その逆でもよい。また、両画像とも同一形式の濃度表示であっても適用できる。ボクセル、サーフェース法以外の画像にも適用できる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、異なる画像間において、半透明表示処理を簡便に行うことができた。

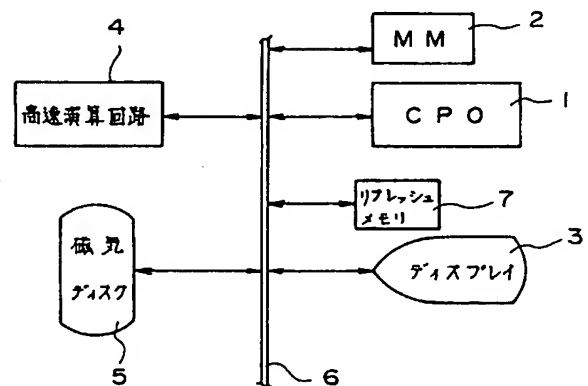
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の処理装置の実施例図、第2図は半透明表示の説明図、第3図はボクセル法の説明図、第4図はサーフェース法の説明図、第5図は本発明の処理手順を示す図、第6図は切出し処理の説明図、第7図は合成処理の説明図、第8図は切出し処理の他の例を示す図、第9図は三次元画像例図である。

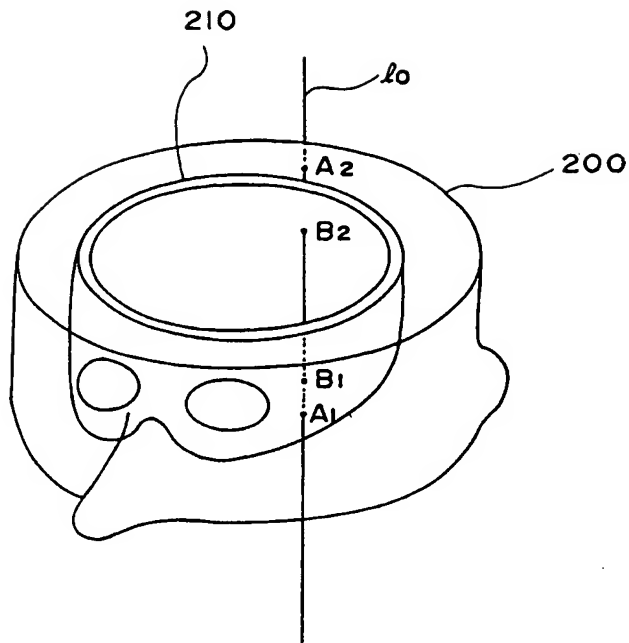
1…プロセッサ(CPU)、2…主メモリ(MM)。

第 1 図

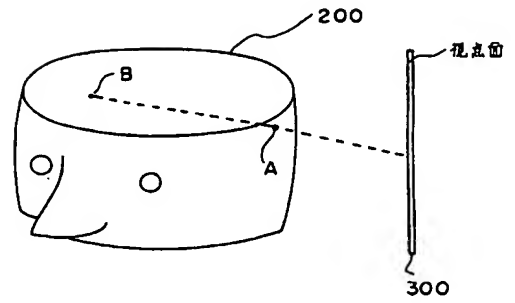
特許出願人 株式会社 日立メディコ
代理人 弁理士 秋 本 正 実



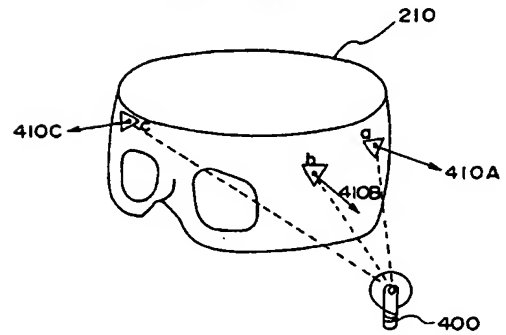
第 2 図



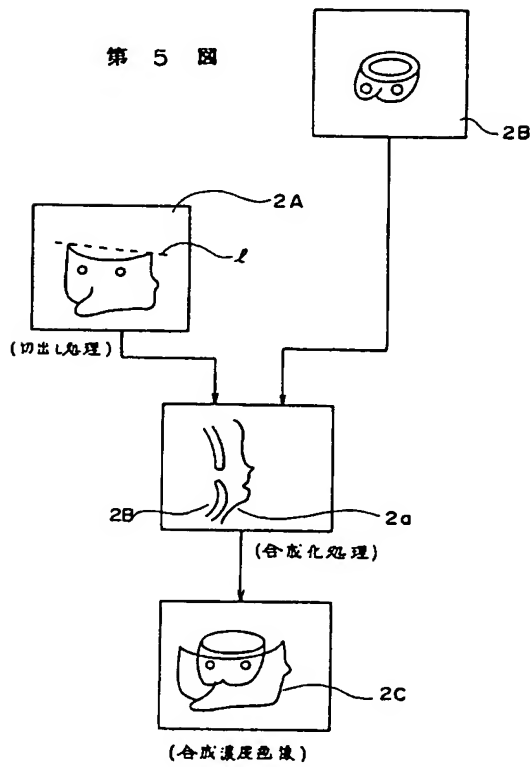
第 3 図



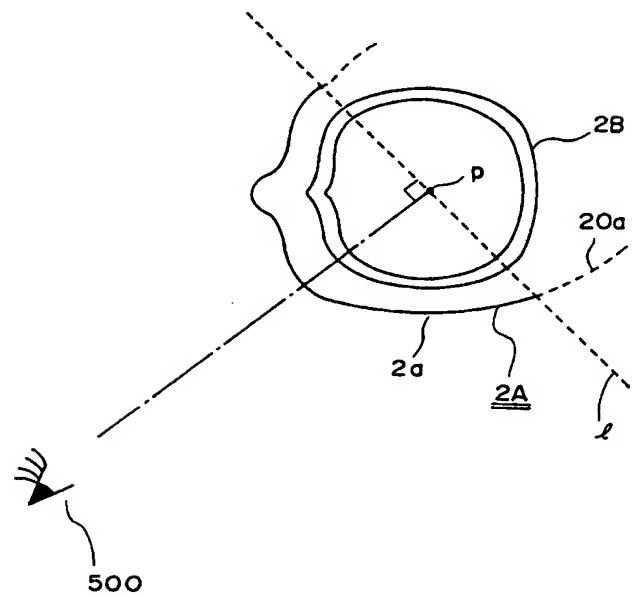
第 4 図



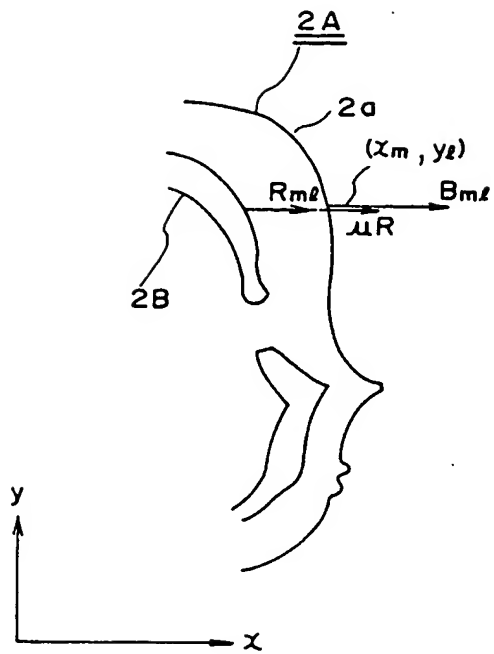
第 5 図



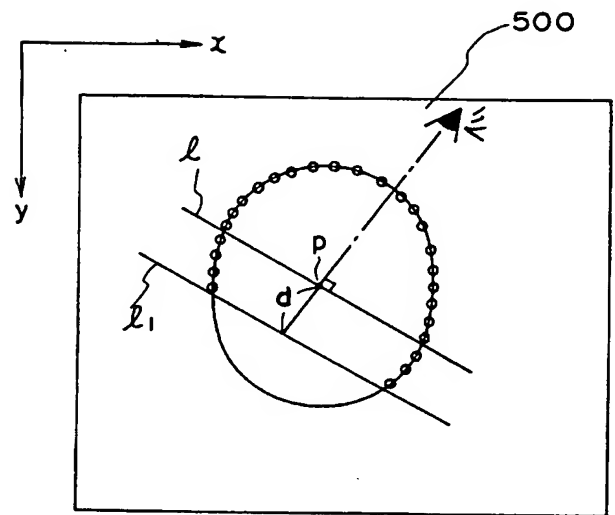
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

